



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 198 17 412 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
H 02 P 9/14

DE 198 17 412 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 17 412.8
⑯ Anmeldetag: 18. 4. 98
⑯ Offenlegungstag: 21. 10. 99

⑯ Anmelder:
GfE Gesellschaft für Energieelektronik mbH, 18119
Rostock, DE

⑯ Vertreter:
Rother, B., Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,
18059 Rostock

⑯ Erfinder:
Thamm, Rainer, Dr.rer.nat., 18059 Rostock, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer

⑯ Die Erfindung betrifft eine mikroprozessorgesteuerte leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer, die sonst mit einer starren Drehzahl arbeiten, sofern sie nicht polumschaltbar sind, mit einer Drehzahlvarianz zwischen null und etwa doppelter Nenndrehzahl.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine mikroprozeßgesteuerte leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer im Bereich zwischen null und etwa doppelter Nenndrehzahl zu schaffen, die einen kostensparenden, automatisierten Betrieb mit hohem energietechnischen Wirkungsgrad bei Drehzahlen zwischen null und doppelter Nenndrehzahl erlaubt.

Erfundungsgemäß wird die Asynchronmaschine im generatorischen Betrieb mit einer mikroprozessorgesteuerten leistungselektronischen Stelleinheit betrieben, die aus ständeseitiger Erregereinrichtung für den Asynchrongenerator zur Führung des Blindstromes des Asynchrongenerators, ständeseitigem Gleichrichter zur Führung des Wirkstromes des Asynchrongenerators, Netzrückspeise-Einrichtung zur Energieübertragung vom Asynchrongenerator in das Netz und ggf. einem Gleichspannungswandler zwischen Gleichrichter und Netzrückspeise-Einrichtung, wenn weder der Gleichrichter noch die Rückspeise-Einrichtung in der Lage sind, eine Gleichspannungssteuerung zwischen beiden zu realisieren, ...

DE 198 17 412 A 1

Die Erfindung betrifft eine mikroprozessorgesteuerte leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer, die sonst mit einer starren Drehzahl arbeiten, sofern sie nicht polumschaltbar sind, mit einer Drehzahlvarianz zwischen null und etwa doppelter Nenndrehzahl.

Als elektrische Generatoren werden im wesentlichen Drehfeldmaschinen in Form von Synchronmaschinen oder Asynchronmaschinen verwendet.

Asynchronmaschinen mit Kurzschlußläufer können grundsätzlich nur über die Ständerwicklungen erregt werden, entweder von einem bestehenden Netz, auf das sie mit annähernd konstanter Drehzahl arbeiten, sofern die Netzfre-
quenz konstant ist, oder mittels Kondensatoren, wenn sie im Inselbetrieb arbeiten sollen, ebenfalls mit konstanter Drehzahl.

Drehzahlvariabler generatorischer Betrieb läßt sich ledig-
lich dadurch realisieren, daß die Asynchronmaschine über einen Frequenzumrichter von einem Netz aus gespeist wird, von Speisung über einen Maschinenumformer abgesehen.

Während die erstgenannten Verfahren den Nachteil haben, daß die Asynchronmaschine nicht mit variabler Drehzahl generatorisch betrieben werden kann, hat die Frequenzumrichtervariante zur Realisierung eines drehzahlvariablen Generatorbetriebes den Nachteil des hohen leistungselektronischen Aufwandes für den Frequenzumrichter. So muß z. B. der generatorseitige Wechselrichter den gesamten betriebsmäßig auftretenden Strom der Asynchronmaschine führen und kommutieren können.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine mikroprozßggesteuerte leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer im Bereich zwischen Null und etwa doppelter Nenndrehzahl zu schaffen, die einen kostensparenden, automatisierten Betrieb mit hohem energetischen Wirkungsgrad bei Drehzahlen zwischen Null und doppelter Nenndrehzahl erlaubt und somit den leistungselektronischen Aufwand zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes des Asynchrongenerators minimiert.

Erfindungsgemäß wird das Problem dadurch gelöst, daß die Asynchronmaschine im generatorischen Betrieb mit einer mikroprozessorgesteuerten leistungselektronischen Stelleinheit betrieben wird, die aus

- ständereitiger Erregereinrichtung für den Asynchrongenerator zur Führung des Blindstromes des Asynchrongenerators,
- ständereitigem Gleichrichter zur Führung des Wirkstromes des Asynchrongenerators,
- Netzrückspese-Einrichtung zur Energieübertragung vom Asynchrongenerator in das Netz,
- und ggf. einem Gleichspannungswandler zwischen Gleichrichter und Netzrückspese-Einrichtung, wenn weder der Gleichrichter noch die Rückspeise-Einrich-
tung in der Lage sind, eine Gleichspannungssteuerung zwischen beiden zu realisieren, besteht.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß mit gerin-
gem leistungselektronischem Aufwand entweder dieselektrische Anlagen mit drehzahlvariablen Betrieb energie-, ge-
räusch- und emissionsarm bzw. -optimiert gefahren werden
können oder Windkraftanlagen drehzahlvariabel mit billi-
gen und robusten Drehstromasynchronmaschinen mit und
insbesondere auch ohne Getriebe realisierbar sind.

- Absolute Vermeidung des Übergangs des Asynchrongenerators in motorischen Betrieb mit entspre-
chender Energieaufnahme aus dem Netz,
- vollständige elektrische Dämpfung von Strom- und Spannungsoberschwingungen, hervorgerufen durch Drehmomentoberwellen auf der Antriebsseite des Ge-
nerators,
- Nachrüstbarkeit in bestehenden Energieerzeugeran-
lagen mit Asynchrongeneratoren,
- Berücksichtigung spezifischer Wünsche von Ener-
gieanlagen-Betreibern durch Mikroprozessorsteuerung und -anpassung.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert werden: Es zeigen:

Fig. 1 das Gesamtblockschaltbild des Asynchrongenera-
tors (AG) in Verbindung mit der leistungselektronischen Stelleinheit,

Fig. 2 eine Schaltungsvariante einer Erregereinrichtung für den Asynchrongenerator zur Führung seines Blind-
stromes.

Entsprechend Fig. 1 sind die Stränge L1, L2, L3 des AG 1
25 sowohl mit dem Erregerstromrichter 2 als auch mit dem Gleichrichter 3 verbunden. Der Erregerstromrichter 2 tauscht im eingeschwungenen Zustand der Selbsterregung mit 12-facher Maschinenfrequenz eine Blindleistung mit dem AG 1 aus.

Der entsprechende Blindstrom zwischen beiden ist pro-
portional der Spannung und umgekehrt proportional der Frequenz bzw. der Hauptaktanz des AG 1 und kann fol-
glich über die Drehzahl und über die Spannung des AG 1 be-
einflußt werden.

Der Gleichrichter 3, in Fig. 1 ungesteuert dargestellt,
überträgt lediglich die Wirkleistung des AG 1 auf die Netz-
rückspese-Einrichtung 4, die ihrerseits in ein Netz ein-
speist.

Zur evt. gewünschten steuerbaren Spannungsdifferenz zwischen der Netzrückspese-Einrichtung 4 und dem Ein-
gang des Gleichrichters 3 können entweder der Gleichrichter 3 oder die Netzrückspese-Einrichtung 4 gesteuert ausge-
führt werden, oder es wird ein an sich bekannter Gleich-
spannungswandler 5 zwischen Gleichrichter 3 und Netz-
rückspese-Einrichtung 4 eingesetzt.

Sofern keine Netzrückspese-Einrichtung 4 benutzt wer-
den soll, kann die Wirkleistung des AG 1 in bekannter Weise in Widerständen 6 bis 10 umgesetzt werden.

Die Erregereinrichtung 2 ist gemäß Fig. 2 eine Schal-
tungsanordnung, die aus gesteuertem Ventilsatz 11 mit ab-
schaltbaren Ventilen besteht und drehstromseitig mit den Strängen des AG 1 und gleichstromseitig mit einer Reihen-
schaltung aus Speicherinduktivität 12 und Freilaufdiode 13 verbunden ist.

Zur einmaligen und kurzzeitigen Anregung des Selbster-
regungsvorganges des AG 1 wird zweckmäßigerweise dem AG 1 über den Ventilsatz 11 und die Speicherinduktivität 12 aus einer Fremdstromquelle 14 bei einer definierten Dreh-
zahl des AG 1 ein Strom mit einer der Drehzahl entspre-
chenden Frequenz aufgeprägt.

- 1 Asynchrongenerator (AG)
- 2 Erregerstromrichter
- 3 Gleichrichter
- 4 Netzrückspese-Einrichtung
- 5 Gleichspannungswandler

6 bis 10 Widerstände**11** Ventilsatz**12** Speicherinduktivität**13** Freilaufdiode**14** Fremdstromquelle

Patentansprüche

1. Leistungselektronische Stelleinheit zur Realisierung eines drehzahlvariablen Betriebes von Asynchrongeneratoren mit Kurzschlußläufer, die aus

- ständerseitiger Erregereinrichtung (2) für den Asynchrongenerator (1) zur Führung des Blindstromes des Asynchrongenerators (1),
- ständerseitigem Gleichrichter (3) zur Führung des Wirkstromes des Asynchrongenerators (1),
- Netzrückspese-Einrichtung (4) zur Energieübertragung vom Asynchrongenerator (1) in das Netz,
- und ggf. einem Gleichspannungswandler (5) zwischen Gleichrichter (3) und Netzrückspese-Einrichtung (4), wenn weder der Gleichrichter (3) noch die Netzrückspese-Einrichtung (4) in der Lage sind, eine Gleichspannungs- Steuerung zwischen beiden zu realisieren, besteht.

25

2. Leistungselektronische Stelleinheit nach Anspruch

1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkleistung des Asynchrongenerators (1) zusätzlich oder lediglich in elektrischen Widerständen (**6 bis 10**) umgesetzt wird.

3. Leistungselektronische Stelleinheit nach Anspruch

1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregereinrichtung (2) aus einem Ventilsatz (**11**) mit abschaltbaren Ventilen bzw. selbstlöschenden Ventilen besteht und gleichstromseitig mit einer Reihenschaltung aus Speicherinduktivität (**12**) und Freilaufdiode (**13**) verbunden ist.

35

4. Leistungselektronische Stelleinheit nach Anspruch

1, dadurch gekennzeichnet, daß der Selbsterregungsvorgang des Asynchrongenerators (1) über die Erregereinrichtung (2) aus einer Fremdstromquelle (**14**) angeregt wird.

40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

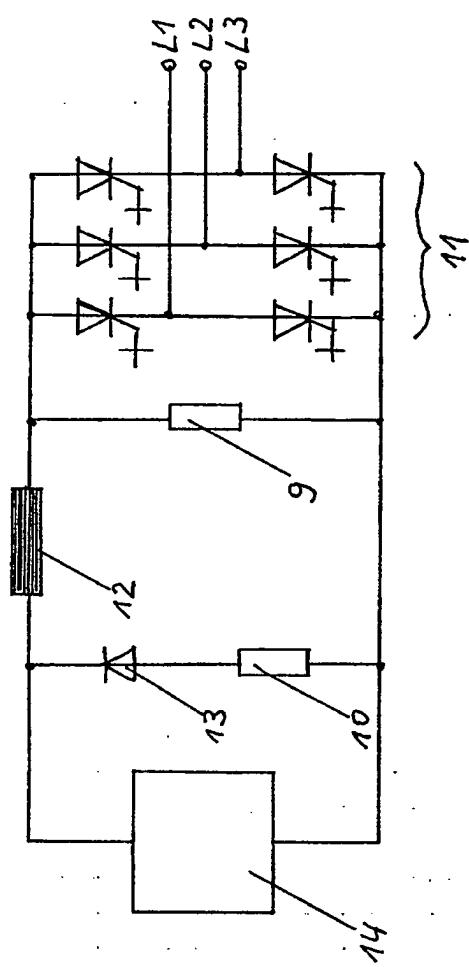
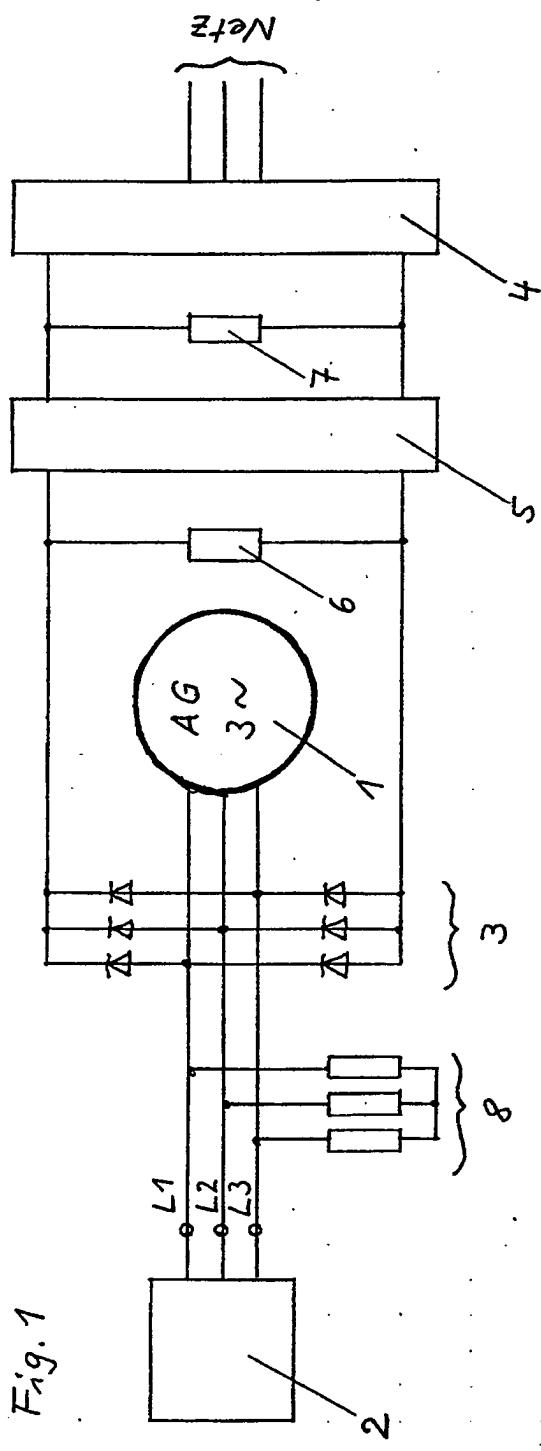


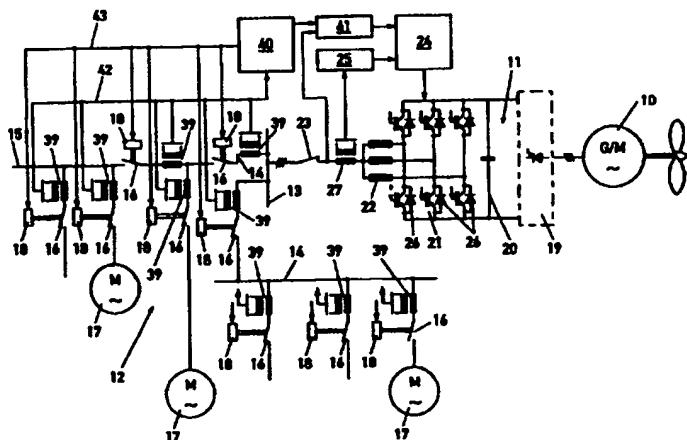
Fig. 1

PCTWELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02H 7/26, 3/06	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/08287
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Februar 1998 (26.02.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/04222		(81) Bestimmungsstaaten: KR, PL, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 2. August 1997 (02.08.97)		
(30) Prioritätsdaten: 196 34 094.2 23. August 1996 (23.08.96) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder: STN ATLAS ELEKTRONIK GMBH (DE/DE); Sebaldsbrücker Heerstrasse 235, D-28305 Bremen (DE).		
(72) Erfinder: HORN, Ulrich; Elstorfer Ring 16c, D-21149 Hamburg (DE). KRAMERT, Klaus; Marschweg 34, D-22559 Hamburg (DE).		

(54) Title: POWER SUPPLY FOR SEPARATE NETWORKS**(54) Bezeichnung:** STROMVERSORGUNGSAVLAGE FÜR INSELNETZE**(57) Abstract**

A power supply for separate networks has a wave generator (10) with a variable speed of rotation, a current distributing network (12) subdivided into main supply branches (13) and secondary distribution branches (14, 15) connected through power switches (16) for current consumers (17) which can be switched by means of power switches (16). A frequency converter (11) is arranged between the wave generator (10) and the current distributing network (12). An overload fuse (25) protects the frequency converter. A network protection system ensures that power is exclusively supplied by the wave generator (10) in the event of a short-circuit, thus preventing a network breakdown. The network protection system comprises current sensors (39) associated to the power switches (16) and a protection computer (40) which locally determines a short-circuit in the current distributing network from the sensor values and addresses and applies a switching off instruction to the power switch concerned by the short-circuit. When the frequency converter is switched off by an overload fuse (25), a reset device (41) ensures that the frequency converter is switched on again when the short-circuit is eliminated.



(57) Zusammenfassung

Es wird eine Stromversorgungsanlage für Inselnetze mit einem Wellengenerator (10) veränderlicher Drehzahl, mit einem Stromverteilungsnetz (12), das in über Leistungsschalter (16) verbundene Hauptversorgungsstränge (13) und Unterverteilungsstränge (14, 15) für mittels Leistungsschalter (16) aufschaltbare Stromverbraucher (17) unterteilt ist, und mit einem zwischen Wellengenerator (10) und Stromverteilungsnetz (12) angeordneten Umrichter (11) sowie mit einem Umrichter-Überlastschutz (25) angegeben, bei welcher zwecks Alleinversorgung durch den Wellengenerator (10) ohne Netzausfall bei Kurzschluß ein Netzschatzsystem vorgesehen ist, das aus jeweils den Leistungsschaltern (16) zugeordneten Stromsensoren (39) und einem Schutzrechner (40) besteht, der aus den Sensorwerten und Sensoradressen einen Kurzschluß im Stromverteilungsnetz (11) ortsmäßig bestimmt und einen Freischaltbefehl an den vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalter legt. Eine Resetvorrichtung (41) sorgt dafür, daß im Falle der Umrichterabschaltung durch einen Überlastschutz (25) die Umrichterabschaltung mit Wegfall des Kurzschlusses wieder aufgehoben wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

BESCHREIBUNG

Stromversorgungsanlage für Inselnetze

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungsanlage für Inselnetze, insbesondere für Schiffsbordnetze, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei einer bekannten Stromversorgungsanlage für Bordnetze von Schiffen (DE 35 36 448 A1) ist der Wellengenerator ein Synchrongenerator, der von einer Antriebswelle einer Hauptmaschine, z.B. einem Schiffsdiesel oder einer Gasturbine zum Antrieb der Schiffsschraube, angetrieben wird. Die Hauptmaschine wird je nach gewünschter Schiffsgeschwindigkeit mit variabler Drehzahl gefahren, so daß der Wellengenerator mit veränderlicher Drehzahl angetrieben wird. Der Wellengenerator speist über einen selbstgeführten Stromrichter mit Blindleistungsmaschine und Netzdrosseln in das Bordnetz. Der Umrichter ist von einer Einrichtung zur Frequenz- und Phasenerfassung des Bordnetzes gesteuert.

Handelsübliche Umrichter verfügen im allgemeinen über einen integrierten Überlastschutz, der über interne Schutzmechanismen, z.B. der Auswertung der Emitter-Basis-Spannung der Umrichtertransistoren, bei einem durch Kurzschluß im Netz verursachten Fehlerstrom den Umrichter abschaltet, wenn dieser Fehlerstrom einen zugelassenen Wert übersteigt. Ist ein solch integrierter Überlastschutz im Umrichter nicht vorhanden, muß er zwingend vorgesehen werden, um eine Zerstörung des Umrichters zu verhindern.

Tritt bei der bekannten Stromversorgungsanlage im Bordnetz ein Kurzschluß auf, so wird auch hier ein allerdings nicht explizit erwähnter Überlastschutz den Umrichter abschalten, so daß die Einspeisung des Wellengenerators ins Bordnetz entfällt. Erst nach Fehlersuche und Fehlerbeseitigung kann der Wellengenerator wieder auf das Bordnetz aufgeschaltet werden. In der Zwischenzeit wird die Bordnetzversorgung allein von einem Bordnetzdiesel aufrechterhalten, was allerdings dazu zwingt, auch während der Fahrt ständig dem Bordnetzdiesel zu betreiben. Dessen Stilllegung zum Zweck der Energieeinsparung, was gerade für kleinere Bordnetze wünschenswert wäre, ist nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stromversorgungsanlage für ein Inselnetz, insbesondere für ein Bordnetz von Schiffen, der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß eine Alleinversorgung des Inselnetzes durch den Wellengenerator mit Umrichter möglich ist und auftretende Kurzschlüsse nicht zu einem Ausfall der Stromversorgung führen, also alle nicht vom Kurzschluß betroffenen Verbraucher weiterbetrieben werden können.

Die Aufgabe ist bei einer Stromversorgungsanlage der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Stromversorgungsanlage hat den Vorteil, daß ein Kurzschluß im Stromverteilungsnetz sehr schnell erkannt, der Kurzschlußort sehr schnell identifiziert und der Kurzschluß durch Freischalten des dem Kurzschlußort am nächsten liegenden Leistungsschalters sehr schnell beseitigt wird. Eine bis zur Kurzschlußabschaltung ggf. durch den Überlastschutz bereits erfolgte Abschaltung

des Umrichters wird durch eine Resetvorrichtung nach Kurzschlußbeseitigung schnellstens aufgehoben, und der Umrichter synchronisiert sich auf die Restspannung von immer am Stromverteilungsnetz vorhandenen Asynchronmotoren.

Bei der Stromversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 ergibt sich ein integrierter, digitaler Netzschatz, bei dem alle den vorhandenen Leistungsschaltern zugeordneten Stromsensoren und die Schaltgeräte der Leistungsschalter mit dem Schutzrechner kommunizieren. Die Meldungen der Stromsensoren werden im Schutzrechner ausgewertet und bei Kurzschlußerkennung wird vom Schutzrechner ein Schaltbefehl an das Schaltgerät gegeben, dessen zugeordneter Leistungsschalter vom Kurzschluß betroffen ist. Das Schaltgerät öffnet den Leistungsschalter (Freischalten). Das erfolgte Freischalten dieses Leistungsschalters wird entweder über die Stromsensoren oder auch von dem Schaltgerät selbst zum Schutzrechner zurückgemeldet, so daß nach Abschalten des fehlerhaften Unterverteilungsstrangs oder Verbrauchers vom Stromverteilungsnetz nunmehr die ggf. erfolgte Abschaltung des Umrichters durch den Überlastschutz von der Resetvorrichtung wieder aufgehoben werden kann und der Wellengenerator wieder in das Stromverteilungsnetz einspeist. Die Zeit zwischen einem evtl. Abschalten des Umrichters bis zu dessen erneutem Start ist extrem kurz, so daß trotz Kurzschluß von einer quasi unterbrechungslosen Stromversorgung der Bordnetzaggregate gesprochen werden kann.

Ein Aktivierungssignal für die Resetvorrichtung wird nach alternativen Ausführungsformen der Erfindung entweder vom Schutzrechner gegeben, der dieses aus einer logischen UND-Verknüpfung des Freischaltbefehls und der

Freischalt-Rückmeldung generiert, oder aus der Wiederkehr der Restspannung eines am Netz angeschlossenen Asynchronmotors abgeleitet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden den Leistungsschaltern zusätzlich an sich bekannte Schutzgeräte für den Überstromzeitschutz zugeordnet, die mit Auftreten eines Fehlerstroms im zugeordneten Leistungsschalter diesen nach einer Zeitverzögerung automatisch öffnen. Dabei werden bevorzugt die Schutzgeräte in die jeweils zugeordneten Schaltgeräte integriert, so daß sowohl im Schaltgerät als auch im Schutzgerät erforderliche Schaltrelais zur Betätigung des Leistungsschalters und der Stromsensoren zur Stromerfassung nur einmal vorhanden zu sein brauchen. Der Überstromschutz dient als zeitverzögelter Backup-Schutz für den Fall, daß der Schutzrechner keinen Freischaltbefehl erteilt und bringt zusätzliche Sicherheit bei evtl. Störungen im digitalen Netzschutz.

Bei der Stromversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 4 wird von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß der Umrichter problemlos für eine vorgegebene Zeit im stationären Kurzschluß betrieben werden kann, wenn für eine Strombegrenzung gesorgt wird. Durch den erfindungsgemäßen Übergang der Steuerung des Umrichters von konstanter Spannungsregelung auf konstante Stromregelung wird ein Auftreten des Kurzschlusses durch Strombegrenzung des Umrichterstroms so lange aufrechterhalten, daß die den Leistungsschaltern zugeordneten Schutzgeräte für den zeitverzögerten Überstromschutz ausreichend Zeit erhalten, um den fehlerstromführenden Leistungsschalter freizuschalten und damit den Kurzschluß zu beseitigen, wonach der Umrichter wieder auf konstante Spannungsregelung

zurückgestellt wird. Sollte im Kurzschlußfall der Umrichterstrom so schnell ansteigen, daß der Überlastschutz auslöst noch bevor die Strombegrenzung einsetzt, so sorgt die Resetvorrichtung nach Freischalten des vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalters durch das zeitverzögert ansprechende Schutzgerät für die Aufhebung der Umrichterabschaltung und für die Fortsetzung der Umrichtereinspeisung in das Stromverteilungsnetz.

Zweckmäßige Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Stromversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 4 ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen 5 bis 10.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Umsteuervorrichtung einen Frequenzregler auf, der bei Überschreiten des Vorgabewerts des Umrichterstroms die Sollfrequenz schnell absenkt und nach Öffnen des fehlerstromführenden Leistungsschalters und des damit verbundenen Abschaltens des Kurzschlusses die Sollfrequenz wieder langsam bis auf den ursprünglichen Sollwert anhebt. Durch diese Maßnahme wird bei Wiederaufnahme des Umrichterbetriebs die Belastung des Wellengenerators durch die wieder zu beschleunigenden Asynchronmotoren am Stromverteilungsnetz herabgesetzt. Diese Belastung kann noch weiter reduziert werden, wenn mit Abschalten des Umrichters auch alle am Stromverteilungsnetz angeschlossenen "unwichtigen" Verbraucher bis zur Aufhebung der Umrichterabschaltung durch die Resetvorrichtung vom Netz getrennt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Überlastschutz zusätzlich so ausgelegt, daß er eine Abschaltung des Umrichters vornimmt, wenn die Dauer der

Strombegrenzung durch die Umsteuervorrichtung eine vorgegebene Zeitspanne übersteigt oder dabei ein vorgegebener Wert des zeitlichen Stromintegrals überschritten wird. Damit wird eine thermische Überlastung der Halbleiter des Umrichters bei der Stromregelung verhindert. Wenn noch die Reset-Vorrichtung nach einer solchen Abschaltung des Umrichters die Umrichterabschaltung nur zeitverzögert aufhebt, ist sichergestellt, daß die Schutzgeräte vorher aufgrund einer Unterspannung ausgelöst haben, so daß der Kurzschluß in jedem Fall abgeschaltet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die individuelle Freischaltzeit der den einzelnen Leistungsschaltern zugeordneten Schutzgeräte mit im Stromverteilungsnetz zunehmender Entfernung der Leistungsschalter vom Umrichter kleiner gewählt. Damit ist sichergestellt, daß der Kurzschluß durch Freischalten der dem Fehlerort nächstliegenden Leistungsschalter abgeschaltet wird.

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Stromversorgungsanlage für ein Schiffsbordnetz,

Fig. 2 einen Ausschnitt des Blockschaltbilds in Fig. 1 mit größerer Detailwiedergabe,

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Stromversorgungsanlage für ein Schiffsbordnetz gemäß einem modifizierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 ein Ausschnitt des Blockschaltbilds in Fig. 3 mit größerer Detailwiedergabe,

Die in Fig. 1 im Blockschaltbild dargestellte Stromversorgungsanlage für ein Schiffsboardnetz als Beispiel eines Inselnetzes weist einen Wellengenerator 10 auf, der in bekannter Weise von der Abtriebswelle einer diesel- oder gasgetriebenen Hauptmaschine zum Antrieb der Schiffsschraube angetrieben wird. Der Wellengenerator 10 kann dabei entweder unmittelbar auf der Abtriebswelle sitzen oder - wie in der DE 35 36 448 A1 - über ein Getriebe an die Abtriebswelle angekoppelt sein. Der Wellengenerator 10 speist über einen Umrichter 11 in das als Stromverteilungsnetz 12 ausgeführte Schiffsboardnetz ein. Das Stromverteilungsnetz 12 ist in Hauptversorgungsstränge 13 und in Unterverteilungsstränge 14 und 15 unterteilt. Die Unterverteilungsstränge 14, 15 sind untereinander über Leistungsschalter 16 gekoppelt und über Leistungsschalter 16 an die Hauptversorgungsstränge 13 angeschlossen. Die am Stromverteilungsnetz 12 liegenden Verbraucher sind über Leistungsschalter 16 an die Hauptversorgungsstränge 13 oder die Unterverteilungsstränge 14, 15 angekoppelt. Als Stromverbraucher sind in Fig. 1 beispielhaft drei Asynchronmotoren 17 angedeutet. Jeder Leistungsschalter 16 ist mit einem Schaltgerät 18 ausgestattet, das im allgemeinen als ein nach dem Arbeitsstromprinzip arbeitendes elektromagnetisches Schaltrelais ausgebildet ist, d.h. bei Beschicken mit Erregerstrom den Leistungsschalter 16 öffnet.

Der Umrichter 11 ist als Zwischenkreisumrichter ausgebildet und umfaßt einen an dem Wellengenerator 10 angeschlossenen

Gleichrichter 19, der als Dioden-, Thyristor- oder Pulsgleichrichter ausgeführt sein kann, einen Spannungszwischenkreis 20 und einen Pulswelchselrichter 21, der über eine dreiphasige Netzdrossel 22 mit dem Hauptversorgungsstrang 13 des dreiphasigen Stromverteilungsnetzes 12 verbunden ist. Zwischen der Netzdrossel 22 und dem Hauptversorgungsstrang 13 ist noch ein Netzschalter 23 vorgesehen, mit dem das Stromverteilungsnetz 12 vom Wellengenerator 10 getrennt werden kann. Eine Umrichter-Steuereinheit 24 sorgt dafür, daß der Pulswelchselrichter 21 auf konstante Frequenz und konstanter Spannung geregelt wird.

Ein Umrichter-Überlastschutz 25 sorgt für die Abschaltung des Umrichters 11 bei Überlast. Die Überlasterkennung kann beispielsweise im Umrichter 11 selbst erfolgen, in dem die Basis-Emitter-Spannung der Leistungstransistoren 27 ausgewertet wird oder - wie in Fig. 1 dargestellt ist - durch einen Stromsensor 27, der der Netzdrossel 22 nachgeschaltet ist. Beide Alternativen können gleichzeitig eingesetzt werden, wie dies aus der Detaildarstellung des Überlast-Schutzes 25 in Fig. 2 ersichtlich ist. Dabei ist die im Umrichter 11 integrierte Überlasterkennung in Fig. 2 mit 28 angedeutet, die an den einen Eingang eines OR-Gliedes 29 des Überlastschutzes 25 gelegt ist. Der Ausgang des Stromsensors 27 ist mit dem Eingang eines Schwellwertschalters oder Diskriminators 30 verbunden, der an den zweiten Eingang des OR-Gliedes 29 ein Signal legt, wenn seine Schwelle durch sein Eingangssignal überschritten wird. Der Ausgang des OR-Gliedes 29 ist mit einem Flip-Flop 31 verbunden und setzt bei Anliegen eines Eingangssignals das Flip-Flop 31, wodurch die von der Umrichter-Steuereinheit 24 an die Transistoren 27 des

Pulswechselrichters 21 gelangenden Steuer- oder Schaltimpulse unterdrückt werden.

Die Umrichter-Steuereinheit 24 ist in Fig. 2 detaillierter dargestellt. Eine Leistungserfassung 32, welcher der von dem Stromsensor 27 detektierte Istwert des Umrichterstroms und ein Istwert der am Ausgang der Netzdrossel 22 abgenommenen Spannung zugeführt wird, stellt über eine Frequenzstatik 33 und eine Blindstromstatik 34 eine korrigierte Sollfrequenz f'_{soll} und eine korrigierte Sollspannung u'_{soll} aufgrund einer vorgegebenen Sollfrequenz f_{soll} für eine Skalarsteuerung 35 der Steuereinheit 24 ein. Die Aufschaltung der korrigierten Sollwerte f'_{soll} und u'_{soll} auf die Skalarsteuerung 35 erfolgt über Torschaltungen 36, 37, die von dem Flip-Flop 31 gesteuert werden. Das Flip-Flop 31 steuert weiterhin die Freigabe der von der Skalarsteuerung 35 erzeugten Steuer- oder Schaltimpulse für den Pulswechselrichter 21 sowie eine Torschaltung 38, über die die Frequenzvorgabe f_{soll} erfolgt. Die Schaltimpulse der Skalarsteuerung 35 werden der Basis der Leistungstransistoren 27 zugeführt. Abweichend von Fig. 1 sind die Netzdrosseln 22 durch ein Netzfilter 22' ersetzt.

Um das Stromverteilungsnetz 12 zumindest im Fahrbetrieb des Schiffes allein mit dem Wellengenerator 10 speisen zu können, ohne daß die Stromversorgung der am Netz angeschlossenen Verbraucher durch Auftreten von Kurzschläßen an beliebigen Stellen des Stromverteilungsnetzes 12 für unzumutbar lange Zeiten lahmgelegt wird, ist ein Netzschatzsystem vorgesehen, das aus Stromsensoren 39, einem Schutzrechner 40 und einer Resetvorrichtung 41 besteht. Von den Stromsensoren 39 ist jeweils einer einem Leistungsschalter 16 zugeordnet. Die Stromsensoren 39 und die Schaltgeräte 18 für die

Leistungsschalter 16 kommunizieren mit dem Schutzrechner 40, wozu die Stromsensoren 39 an einem zu dem Schutzrechner führenden Datenbus 42 und die Schaltgeräte 18 an einem von dem Schutzrechner 40 abgehenden Stromversorgungs- und Datenbus 43 angeschlossen sind. Allen Leistungsschaltern 16 ist eine Adresse zugeordnet. Stromsensor 39 und Schaltgerät 18, die einem Leistungsschalter 16 zugeordnet sind, führen die gleiche Adresse. Die Stromsensoren 39 erfassen den über den zugeordneten Leistungsschalter 16 fließenden Strom nach Höhe und Richtung und geben diese Werte als mit einer Adresse verbundene Sensorwerte über den Datenbus 42 an den Schutzrechner 40. Letztere wertet die Sensorwerte aus und bestimmt bei Auftreten eines Kurzschlusses im Stromverteilungsnetz 12 aus den Sensorwerten und den zugeordneten Adressen den Kurzschlußort und adressiert sofort einen Freischaltbefehl an das oder die Schaltgeräte 18, dessen oder deren Leistungsschalter 16 vom Kurzschluß betroffen sind. Die angesteuerten Schaltgeräte 18 öffnen den oder die Leistungsschalter 16, so daß entweder der fehlerstromführende Verbraucher oder der fehlerstromführende Unterverteilungsstrang 14 oder 15 abgeschaltet wird. Das Öffnen oder Freischalten des vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalters 16 wird dem Schutzrechner 40 durch eine Freischaltrückmeldung zur Kenntnis gebracht, wobei das entsprechende Signal entweder vom Schaltgerät 18 oder vom Stromsensor 39 generiert und über einen der Busse 42 oder 43 dem Schutzrechner 40 zugeführt wird. Der Schutzrechner 40 generiert durch eine logische UND-Verknüpfung des von ihm an den vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalter 16 adressierten Freischaltbefehls und der Freischaltrückmeldung des vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalters 16 ein Aktivierungssignal, das an den einen Eingang eines

OR-Glieds 44 der Resetvorrichtung 41 gelangt. Die ausgangsseitig mit dem Flip-Flop 31 verbundene Resetvorrichtung 41 setzt aufgrund dieses Aktivierungssignals das vom Überlastschutz 25 gesetzte Flip-Flop 31 zurück, so daß die durch den Überlastschutz 25 infolge des Kurzschlusses bewirkte Abschaltung des Umrichters 11 wieder dadurch aufgehoben wird, daß das Flip-Flop 31 die Torschaltungen 36, 37 und 38 wieder durchlässig steuert und damit die Schaltimpulse der Skalarsteuerung 35 wieder an den Pulswechselrichter 21 gelangen. Alternativ kann das Flip-Flop 31 auch durch die Wiederkehr der Restspannung eines am Stromverteilungsnetz 12 angeschlossenen Asynchronmotors 17 zurückgesetzt werden. Hierzu weist die Resetvorrichtung 41 eine Subtrahierstufe 45 und einen dieser nachgeschalteten Diskriminator 46 oder Schwellwertschalter auf, dessen Ausgang an einem zweiten Eingang des OR-Glieds 44 angeschlossen ist. Der Subtrahierstufe 45 wird die am Ausgang der Netzdrossel 22 abgegriffene Spannung und eine Referenzspannung u_{ref} zugeführt. Übersteigt die Spannungsdifferenz den im Diskriminator 46 eingestellten Schwellwert, so gelangt über das OR-Glied 44 ein Rücksetzsignal an das Flip-Flop 31, und die Abschaltung der Umrichter-Steuereinheit 24 wird in gleicher Weise aufgehoben. Schließlich läßt sich das Flip-Flop 31 noch von Hand zurücksetzen, wozu ein von Hand zu bedienender Schalter 47 an einen dritten Eingang des OR-Gliedes 44 angeschlossen ist. Mit kurzem Schließen des Schalters 47 wird der Resetvorrichtung 41 ein Aktivierungssignal zugeführt.

In Fig. 3 ist eine Stromversorgungsanlage dargestellt, die gegenüber der vorstehend beschriebenen etwas modifiziert ist. Soweit Bauteile der Stromversorgungsanlage in Fig. 3

mit solchen der Stromversorgungsanlage gemäß Fig. 1 übereinstimmen, sind diese mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Die Stromversorgungsanlage gemäß Blockschaltbild nach Fig. 3 ist dahingehend modifiziert, daß das Netzschatzsystem mit Stromsensoren und Schutzrechner entfallen ist. An dessen Stelle tritt ein Kurzschluß erfassungssystem, bestehend aus einem Stromsensor, der den über den Umrichter 11 fließenden Strom extrem schnell detektiert, und aus einer Umsteuervorrichtung 50, die bei Überschreiten eines Vorgabewerts des über den Umrichter 11 fließenden Stroms den Umrichter 11 von konstanter Spannungsregelung auf konstante Stromregelung auf einen über dem Vorgabewert liegenden Stromgrenzwert umstellt. Als Stromsensor wird der bereits in Fig. 1 beschriebene Stromsensor 27 am Ausgang der Netzdrossel 22 bzw. des Netzfilters 22' verwendet. Die in Fig. 4 detailliert dargestellte Umsteuervorrichtung 50 weist einen Strombegrenzer 51, ein Subtrahierglied 52 und einen Frequenzregler 53 auf. An die beiden Eingänge des Subtrahierglieds 52 ist einerseits der Ausgang des Strombegrenzers 51 angeschlossen und andererseits die vorgegebene Sollfrequenz f_{soll} über die Torschaltung 38 angelegt. Der Ausgang des Subtrahierglieds 52 ist mit dem Eingang des Frequenzreglers 53 verbunden, und der Ausgang des Frequenzreglers 53 ist mit der Frequenzstatik 33 und der Blindstromstatik 34 verbunden. Der Strombegrenzer 51 ist so ausgebildet, daß er bei Überschreiten des Vorgabewerts des über den Umrichter 11 fließenden Stroms i_{ist} , der beispielsweise auf das 1,2fache des Nennstroms festgelegt ist, ein Ausgangssignal erzeugt, das über das Subtrahierglied 52 die an den Eingang des Frequenzreglers 53 gelegte Sollfrequenz f_{soll} mit zunehmender Überschreitungsdifferenz kontinuierlich absenkt. Der Frequenzregler 53 ist so ausgebildet, daß diese

Frequenzabsenkung schnell wirksam wird, dem Wiederansteigen seiner Eingangsfrequenz auf den Sollwert f_{soll} aber nur allmählich seine Ausgangsfrequenz f_{beg} folgt. Dadurch wird sichergestellt, daß bei Wegfall des Kurzschlusses und Wiederumstellen des Umrückers 11 von konstanter Stromregelung auf konstante Spannungs- und Frequenzregelung die Frequenz nur langsam ansteigt und so die durch das Hochlaufen der Asynchronmotoren 17 auftretende Belastung des Wellengenerators 10 verringert wird.

Jeder der Leistungsschalter 16 ist mit einem Schutzgerät 54 für Überstromzeitschutz ausgerüstet, das den Leistungsschalter 16 im Fehlerstromfall zeitverzögert freischaltet, d.h. öffnet. Die individuelle Freischaltzeit der einzelnen Schutzgeräte 54, d.h. die Zeit mit Beginn der Fehlerstromführung des Leistungsschalters 16 bis zu dessen Öffnen durch das Schutzgerät 54, ist dabei unterschiedlich bemessen, und zwar so, daß diese Freischaltzeit mit im Stromverteilungsnetz 12 zunehmender Entfernung des zugeordneten Leistungsschalters 16 vom Umrückter 11 kleiner ist. Durch diese Maßnahmen ist sichergestellt, daß der Kurzschluß möglichst dicht am Kurzschlußort abgeschaltet wird. Bei einem Kurzschluß eines Verbrauchers zum Beispiel schaltet als erstes der verbrauchernahe Leistungsschalter 16 ab, da er am weitesten vom Umrückter 11 entfernt liegt und dadurch die kleinste Verzögerungszeit besitzt. Danach erst öffnet der einen Unterverteilungsstrang 14 oder 15 mit dem Hauptversorgungsstrang 13 verbindender Leistungsschalter 16, da dessen Schutzgerät 54 eine längere Freischaltzeit hat.

Tritt nunmehr im Stromverteilungsnetz 12 ein Kurzschluß auf, so steigt der vom Stromsensor 27 am

Netzdrosselausgang erfaßte Umrichterstrom an. Wird der Vorgabewert, z.B. das 1,2fache des Nennstroms, überschritten, so stellt die Umsteuervorrichtung 50 die Umrichter-Steuereinheit 24 von konstanter Spannungsregelung auf konstante Stromregelung um. Durch diese Umstellung erfolgt ein regelnder Eingriff des Umrichters 11 mit Strombegrenzung, so daß ein erhöhter Stromfluß für längere Zeit aufrechterhalten wird, die ausreicht, damit die Schutzgeräte 54 für Überstromzeitschutz an den Leistungsschaltern 16 auslösen, den überstromführenden Leistungsschalter 16 öffnen und damit den Kurzschluß abschalten können. Der Stromgrenzwert ist dabei beispielsweise auf das 1,5fache des Nennstroms festgelegt. Ist der Kurzschluß beseitigt, stellt sich die Umrichter-Steuereinheit 24 durch Wegfall des korrigierenden Eingriffs der Umsteuervorrichtung 50 sich wieder selbsttätig auf konstante Spannungsregelung um. Steigt im Kurzschlußfall der Umrichterstrom sehr steil an, so daß der Überlastschutz 25 anspricht, noch bevor die Stromregelung durch die Umsteuervorrichtung 50 greift, schaltet der Überlastschutz 25, wie bereits zu Fig. 1 und 2 beschrieben, den Umrichter 11 ab. In diesem Fall sorgt die Resetvorrichtung 41 wieder für die Aufhebung der Umrichterabschaltung, sobald der Kurzschluß beseitigt ist.

Wie in Fig. 4 dargestellt ist, ist noch zusätzlich der Überlastschutz 25 dahingehend erweitert, daß er zusätzlich eine Abschaltung des Umrichters 11 vornimmt, wenn nach Umstellung des Umrichters 11 auf konstante Stromregelung der Stromgrenzwert für eine vorgegebene Zeitdauer überschritten wird. Hierzu ist der Ausgang des Strombegrenzers 51 an einen Schwellwertschalter 55 angeschlossen, der mit Überschreiten der vorgegebenen Schwelle (z.B. des 1,5fachen des Nennstroms) ein

Zeitglied 56 startet. Das Zeitglied 56 legt nach Ablauf einer Vorgabezeit ein Signal an das OR-Glied 29, das das Flip-Flop 31 setzt und damit den Umrichter 11 abschaltet. Anstelle des Zeitglieds 56 kann auch ein Integrierer verwendet werden, der das zeitliche Stromintegral der Stromgrenzwertüberschreitung ermittelt und bei Erreichen eines festgesetzten Werts des Stromintegrals über das OR-Glied 29 das Flip-Flop 31 setzt. Diese zusätzliche Abschaltfunktion des Überlastschutzes 25 verhindert eine thermische Überlastung der Halbleiter im Umrichter 11.

Im Falle einer solchen Abschaltung des Umrichters 11 ist es vorteilhaft, mittels der Resetvorrichtung 41 die Umrichterabschaltung nach einer bestimmten Zeitverzögerung wieder aufzuheben. Hierzu weist die Resetvorrichtung 41 ein mit dem Schwellwertdetektor 55 und einem Eingang des OR-Glieds verbundenes Zeitglied 57 auf, das mit einem Ausgangssignal des Schwellwertschalters 55 gestartet wird und nach Ablauf der eingestellten Zeit ein Signal abgibt, das über das OR-Glied 44 das Flip-Flop 31 zurücksetzt. Die Zeitverzögerung ist so gewählt, daß die Leistungsschalter 16 aufgrund ihrer vorhandenen Unterspannungsauslösung alle zuverlässig geöffnet haben. Eine solche Unterspannungsauslösung der Leistungsschalter 16 wird in Schiffbordnetzen grundsätzlich vorgesehen, um sicherzustellen, daß nach einer Netzabschaltung alle Verbraucher vom Netz getrennt werden und kein Verbraucher bei Spannungswiederkehr bereits am Netz liegt, sondern einzeln auf das Netz aufgeschaltet werden muß. Bei diesem verzögerten "Neustart" des Umrichters 11 ist sichergestellt, daß durch Öffnen aller Leistungsschalter 16 der Kurzschluß in jedem Fall abgeschaltet worden ist. Werden nunmehr die einzelnen Leistungsschalter 16 nacheinander wieder zugeschaltet, so

kann durch Auftreten eines erneuten Kurzschlusses der fehlerstromführende Leistungsschalter 16 erkannt und damit der Kurzschluß beseitigt werden.

Selbstverständlich ist es auch hier möglich, das Flip-Flop 31 zur Aufhebung der Umrichter-Abschaltung, wie bereits zu Fig. 1 und 2 beschrieben, rückzusetzen, und zwar entweder durch die Wiederkehr der Spannung am Ausgang der Netzdrossel 22 oder von Hand durch Schließen des Handschalters 47.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So können beispielsweise die Leistungsschalter 16 in Fig. 1 zusätzlich mit einem Schutzgerät 54 für den Überstromzeitschutz ausgerüstet werden, so daß der fehlerstromführende Leistungsschalter 16 auch dann auslöst, wenn er aufgrund eines Fehlers vom Schutzrechner 40 keinen Freischaltbefehl erhält. Zweckmäßigerweise werden dann die Schutzgeräte 54 in die Schaltgeräte 18 integriert, so daß in beiden Geräten erforderliche Bauelemente, wie Schaltrelais und Stromsensor, nur einmal vorhanden zu sein brauchen.

Die Stromversorgungsanlage gemäß Fig. 4 kann auch zusätzliche mit einem Netzschatzsystem ausgerüstet werden, wie es zu Fig. 1 beschrieben worden ist. Damit kann, im Falle daß die Stromregelung des Umrichters 11 nicht schnell genug einzugreifen vermag und der Umrichter 11 durch den Überlastschutz 25 abgeschaltet wird, der Kurzschlußort bestimmt und damit der Kurzschluß durch Freischaltbefehl an den fehlerstromführenden Leistungsschalter 16 beseitigt werden.

Der Pulswechselrichter des Umrichters kann auch aus Thyristoren anstelle der Leistungstransistoren aufgebaut sein.

- . - . -

PATENTANSPRÜCHE

1. Stromversorgungsanlage für Inselnetze, insbesondere für Schiffsbordnetze, mit einem Wellengenerator (10) veränderlicher Drehzahl, mit einem dreiphasigen Stromverteilungsnetz (12), das in über Leistungsschalter (16) verbundene Hauptversorgungsstränge (13) und Unterverteilungsstränge (14, 15) für mittels Leistungsschalter (16) aufschaltbare Stromverbraucher (17) unterteilt ist, und mit einem zwischen Wellengenerator (10) und Stromverteilungsnetz (12) angeordneten Umrichter (11), der über Netzdrosseln (22) das Stromverteilungsnetz (12) mit konstant geregelter Spannung und Frequenz speist, und mit einem Umrichter-Überlastschutz (25), der bei Überlast eine Abschaltung des Umrichters (11) vornimmt, gekennzeichnet durch jedem Leistungsschalter (16) zu dessen Betätigung zugeordnete fernsteuerbare Schaltgeräte (18), durch ein Netzschatzsystem, bestehend aus Stromsensoren (39), die jeweils einem Leistungsschalter (16) zugeordnet sind und den über den zugeordneten Leistungsschalter (16) fließenden Strom nach Höhe und Richtung als mit einer Adresse verbundene Sensorwerte ausgeben, aus einem mit den Stromsensoren (39) und den Schaltgeräten (18) kommunizierenden Schutzrechner (40), der bei Auftreten eines Kurzschlusses im Stromverteilungsnetz (12) aus den Sensorwerten und Adressen den Kurzschlußort

bestimmt und einen Freischaltbefehl an das oder die Schaltgeräte (18) des oder der vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalter (16) legt, sowie aus einer Resetvorrichtung (41), die eine ggf. von dem Überlastschutz (25) ausgelöste Umrichterabschaltung nach Freischalten des oder der vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalter (16) wieder aufhebt.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aktivierungssignal für die Resetvorrichtung (41) durch logisch UND-Verknüpfung eines vom Schutzrechner (40) an das Schaltgerät (18) des vom Kurzschluß betroffenen Leistungsschalters (16) adressierten Freischaltbefehls und einer vom angesprochenen Schaltgerät (18) zurückgemeldeten oder vom zugeordneten Stromsensor (27) abgeleiteten Freischaltrückmeldung generiert wird.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Leistungsschalter (16) ein Schutzgerät für Überstromzeitschutz zugeordnet ist, das den Leistungsschalter (16) bei Überstrom zeitverzögert freischaltet, und vorzugsweise daß das Schutzgerät in das fernsteuerbare Schaltgerät (18) integriert ist.
4. Stromversorgungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, gekennzeichnet durch ein Kurzschluß erfassungssystem, bestehend aus einem Stromsensor (27), der den über den Umrichter (11) fließenden Strom extrem schnell detektiert, und aus einer Umsteuervorrichtung (50), die bei Überschreiten eines Vorgabewerts des vom Stromsensor (27) detektierten Umrichterstroms den Umrichter (11) von konstanter Spannungsregelung auf konstante

Stromregelung auf einen über dem Vorgabewert liegenden Stromgrenzwert umstellt, durch jeweils den einzelnen Leistungsschaltern (16) zugeordnete Schutzgeräte (54) für Überstromzeitschutz, die den jeweils zugeordneten Leistungsschalter (16) im Fehlerstromfall zeitverzögert freischalten, und durch eine Resetvorrichtung (41), die eine ggf. von dem Umrichter-Überlastschutz (25) ausgelöste Umrichterabschaltung nach Freischalten des oder der Leistungsschalter (16) wieder aufhebt.

5. Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsteuervorrichtung (50) einen Strombegrenzer (51) und einen Frequenzregler (53) aufweist, daß der Strombegrenzer (51) so ausgebildet ist, daß er bei Überschreiten des Vorgabewerts die dem Frequenzregler (53) vorgegebene Sollfrequenz (f_{soll}) mit zunehmender Überschreitungsdifferenz kontinuierlich absenkt, und daß der Frequenzregler (53) so ausgebildet ist, daß er nach Freischalten des oder der fehlerstromführenden Leistungsschalter (16) seine Ausgangsfrequenz ($f_{begr.}$) nur allmählich auf die eingesetzte anliegende Sollfrequenz (f_{soll}) kontinuierlich anhebt.
6. Anlage nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Umrichter-Überlastschutz (25) zusätzlich so ausgelegt ist, daß er eine Abschaltung des Umrichters (11) vornimmt, wenn der Stromgrenzwert für eine vorgegebene Zeitdauer überschritten wird oder das zeitliche Stromintegral der Stromgrenzwertüberschreitung einen festgelegten Wert erreicht.

7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Resetvorrichtung (41) zusätzlich in der Weise ausgebildet ist, daß sie eine durch den Überlastschutz (25) bei Zeit- oder Stromintegralüberschreitung vorgenommene Abschaltung des Umrichters (11) nach einer Vorgabezeit wieder aufhebt, und daß die Vorgabezeit so bemessen ist, daß die eine zusätzliche Unterspannungsauslösung aufweisenden Leistungsschalter (16) zuverlässig geöffnet haben.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die individuelle Freischaltzeit der einzelnen Schutzgeräte (54) unterschiedlich und mit im Stromverteilungsnetz (12) zunehmender Entfernung der zugeordneten Leistungsschalter (16) vom Umrichter (11) kleiner bemessen ist.
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aktivierungssignal für die Resetvorrichtung (41) aus der Wiederkehr der Spannung im Stromverteilungsnetz (12) abgeleitet ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Umrichter (11) als Zwischenkreisumrichter mit einem am Wellengenerator (10) angeschlossenen Dioden-, Thyristoren- oder Pulsgleichrichter (19), einem Spannungszwischenkreis (20) und einem an dem Stromverteilungsnetz (12) liegenden Pulswechselrichter (21) ausgebildet ist.

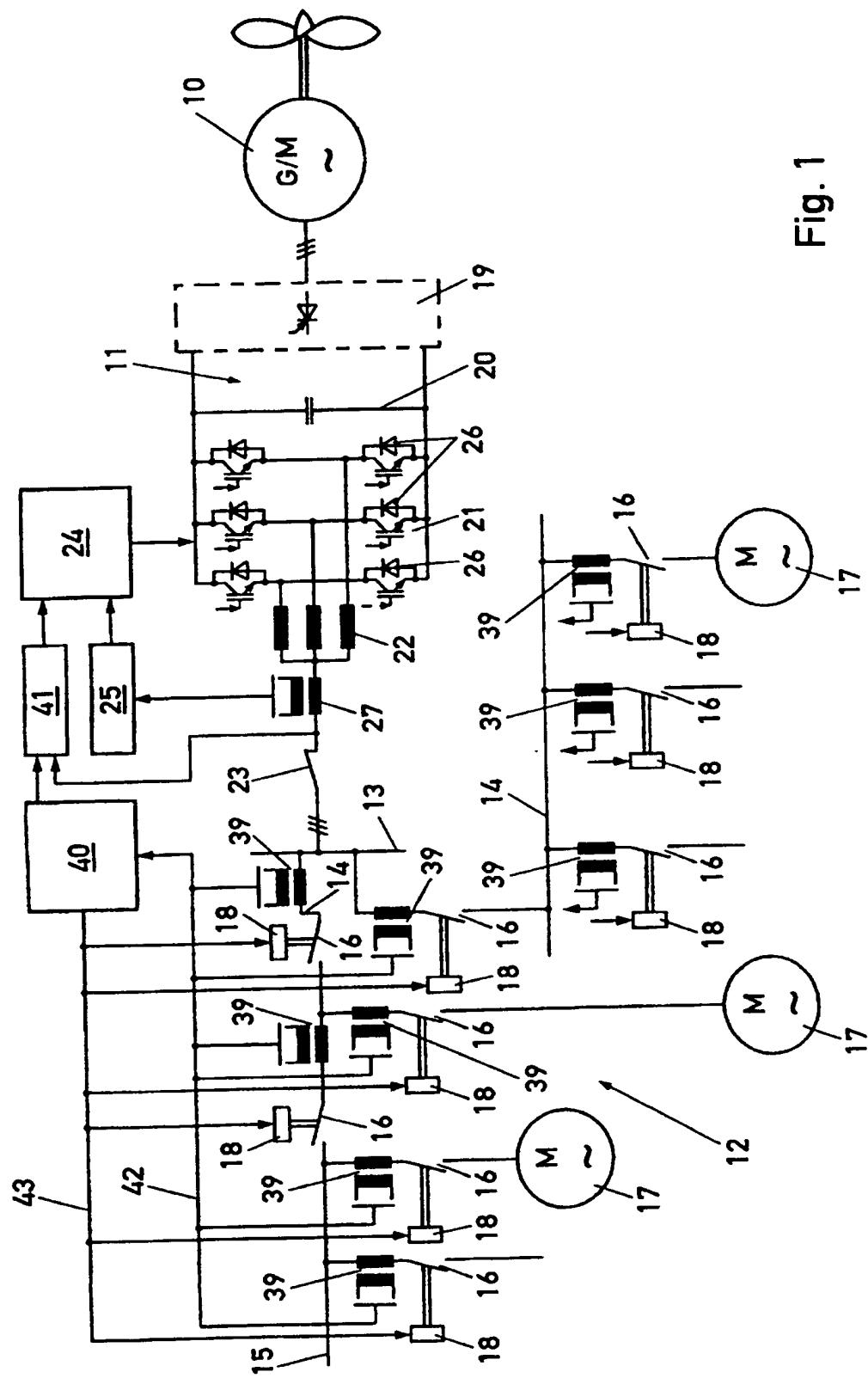


Fig. 1

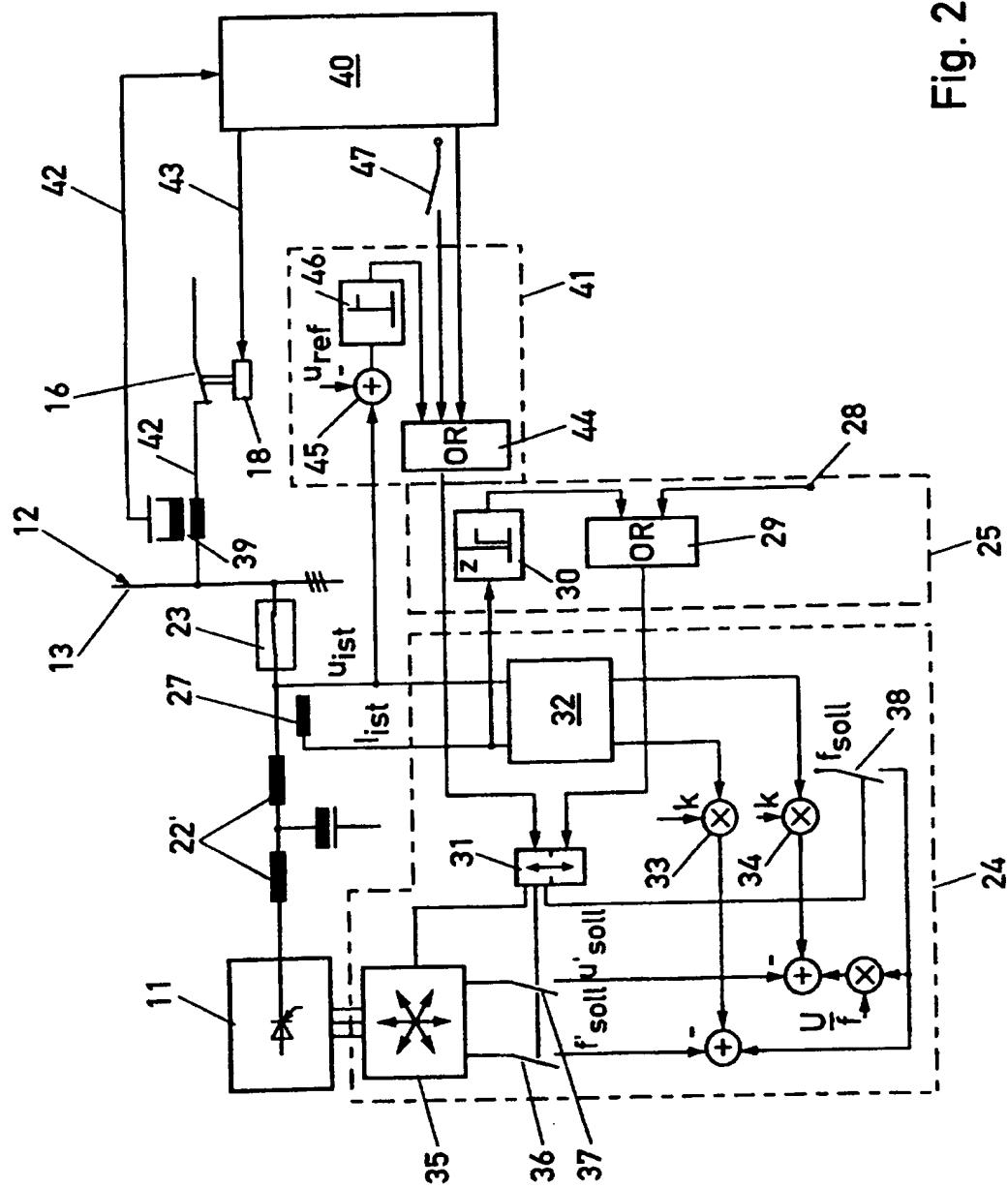
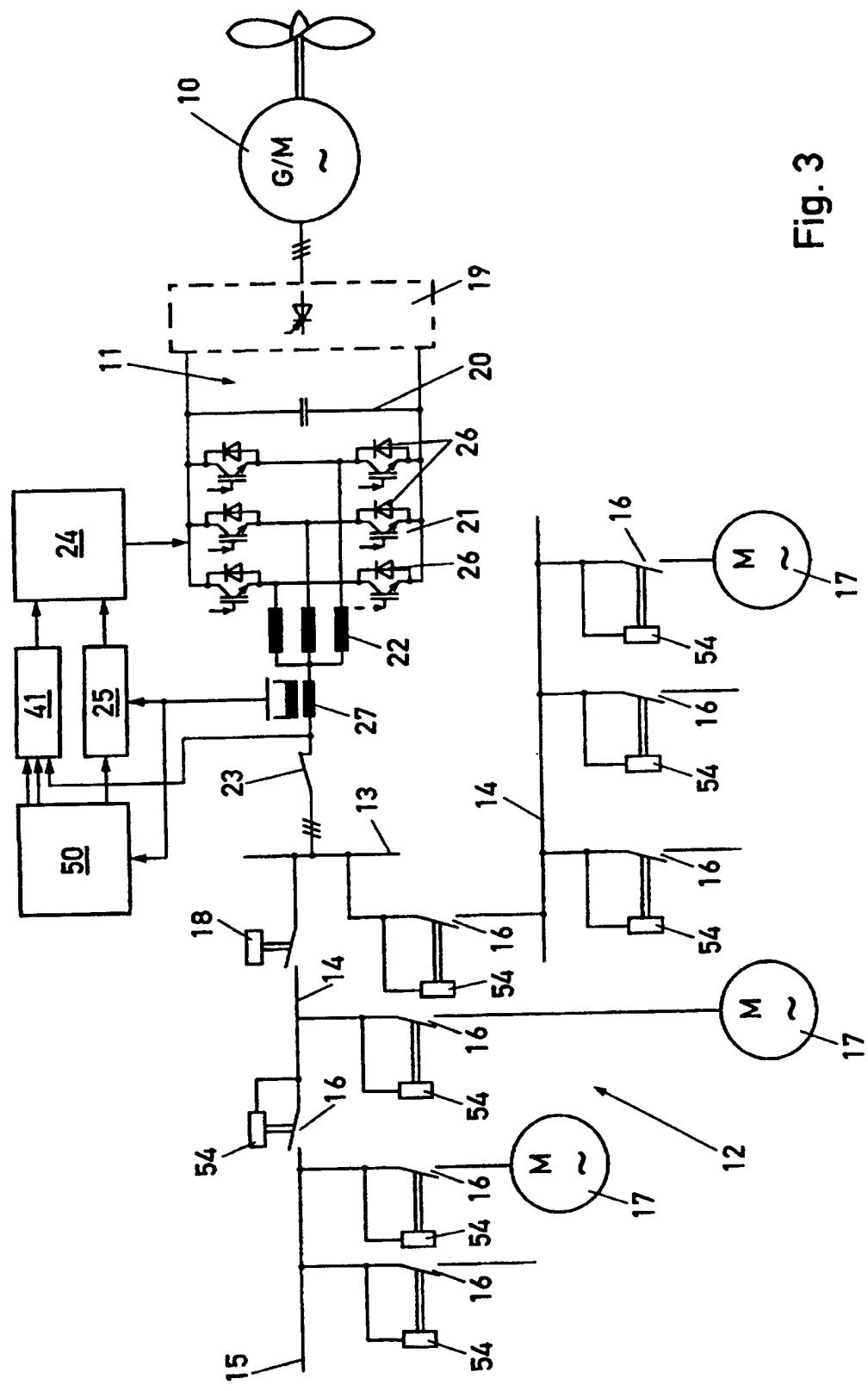
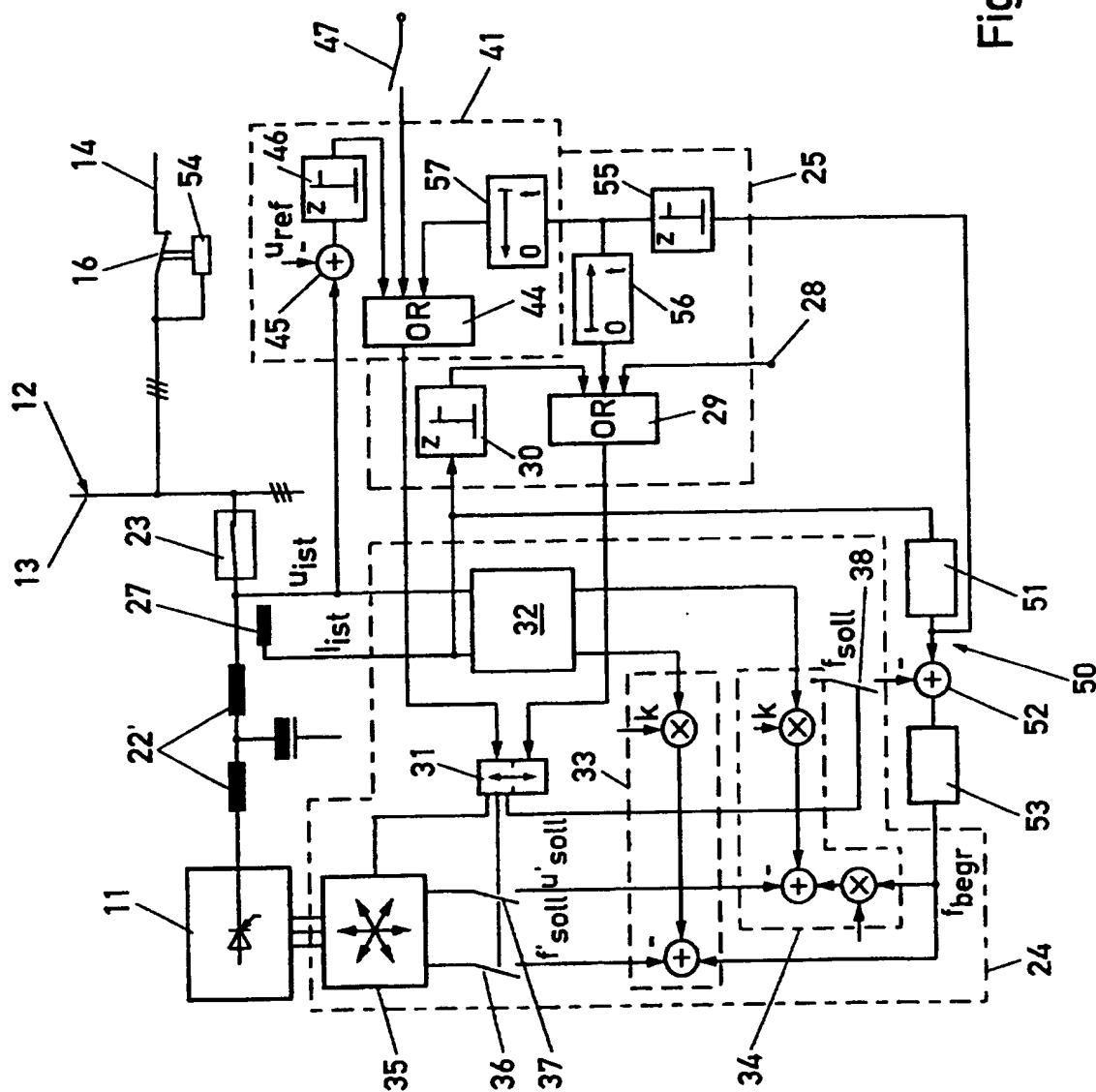


Fig. 2



३



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/04222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H02H7/26 H02H3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02H B63H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 275 (E-1553), 25 May 1994 & JP 06 046525 A (TAKENAKA KOMUTEN CO LTD; OTHERS: 01), 18 February 1994, see abstract</p> <p>-----</p> <p>EP 0 255 505 A (SPRECHER & SCHUH AG) 3 February 1988 see abstract</p> <p>-----</p>	1
A		1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

10 November 1997

Date of mailing of the international search report

17/11/1997

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patenttaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Salm, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/04222

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0255505 A	03-02-88	AT 393338 B DE 3774794 A	25-09-91 09-01-92

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04222

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02H7/26 H02H3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H02H B63H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 275 (E-1553), 25.Mai 1994 & JP 06 046525 A (TAKENAKA KOMUTEN CO LTD; OTHERS: 01), 18.Februar 1994, siehe Zusammenfassung --- EP 0 255 505 A (SPRECHER & SCHUH AG) 3.Februar 1988 siehe Zusammenfassung ---	1
A		1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Abschlußdatum des internationalen Recherchenberichts
10.November 1997	17/11/1997
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patenttaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Salm, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04222

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0255505 A	03-02-88	AT 393338 B DE 3774794 A	25-09-91 09-01-92